

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК СЕРИЕСНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Введение. В настоящее время в электротранспорте широко применяются электроприводы постоянного тока с двигателями последовательного возбуждения (ДПВ). Область применения указанных электроприводов достаточно широка – в тяговом электроприводе (ТЭП) подвижного состава городского и железнодорожного транспорта. Это связано с тем, что изменение момента нагрузки для данных механизмов хорошо согласуется с электромеханической характеристикой ДПВ. Важным фактором повышения рентабельности работы электротранспорта в целом может стать замена существующего ТЭП на более современные их виды.

К основным существующим схемам регулирования скорости ДПВ относятся реостатная и импульсная схемы [1,2].

С развитием силовой электроники появились более эффективные импульсные схемы регулирования скорости вращения ДПВ, исключая до минимума применение контактной аппаратуры и снижающие потребление электроэнергии в режимах пуска, торможения и выбега ТЭП. В связи с этим актуально и остро востребовано практикой дальнейшее совершенствование схем импульсного регулирования и, особенно, в части упрощения этих схем при сохранении требуемого качества регулирования электромеханических процессов тягового электропривода.

Постановка задач исследования. Целью статьи является исследование электромеханических процессов усовершенствованной схемы импульсного регулирования двигателя постоянного тока последовательного возбуждения и сравнение их с процессами в существующих схемах регулирования.

Материалы исследования. Исследование электромеханических процессов в предложенной схеме (см. рис. 1) проводилось на имитационной модели [3]. Данная схема отличается от классической схемы импульсного регулирования тем, что в ней дополнительно содержатся: диод VD3, шунтирующий обмотку L1 возбуждения ДПВ; диод VD4, включенный последовательно с обмоткой L1 возбуждения ДПВ. Исследование проводилось с помощью программного пакета Matlab 2006 при применении библиотеки SimPowerSystem [4-6]. Нелинейность кривой намагничивания учитывалась таблично согласно методике, приведенной в [7].

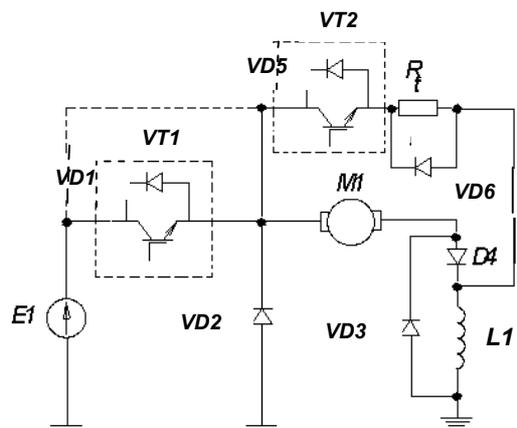


Рис.1 Усовершенствованная схема импульсного регулирования скорости ДПВ

Параметры имитационной модели рассчитывались для двигателя 1ДТ-003.5У по методике, приведенной в [6]. Технические характеристики тягового двигателя 1ДТ-003.5У: номинальное напряжение $U = 750$ В, мощность $P = 235$ кВт, ток $I = 345$ А, скорость вращения $n = 1250$ об/мин, масса $m = 2300$ кг.

Все дальнейшие расчеты и графики рассчитанных зависимостей приведены в относительных единицах. За базовые значения приняты следующие: электромагнитный момент $M = 5 \text{ кН} \cdot \text{м}$; угловая частота вращения $\omega = 130$ рад/с; ток $I = 345$ А.

В результате моделирования электромеханических процессов ДПВ с различными схемами регулирования были получены следующие графики зависимостей, представленные на рис.2

(сравнительная характеристика токов якоря и возбуждения, где I_a - ток якоря двигателя; I_b – ток возбуждения двигателя). При использовании усовершенствованной схемы импульсного регулирования наблюдается увеличение среднего значения тока в обмотке возбуждения до амплитудного значения тока якорной цепи (рис. 2б), что позволяет при использовании импульсного регулирования в такой схеме привести характеристики ДПВ к характеристикам, аналогичным двигателю независимого возбуждения, и дает возможность осуществить электродинамическое торможение без использования дополнительных источников тока обмотки возбуждения ДПВ.

Сравнительная характеристика электромагнитных моментов (рис.3) показывает, что при одинаковых значениях пульсаций тока якоря ДПВ (рис.1) наблюдается снижение величины пульсаций электромагнитного момента на 80%.

На рис.4 представлены для данного исследования средние значения моментов и угловой скорости вращения ДПВ. Как видно, при применении усовершенствованной схемы среднее значение электромагнитного момента возросло на 7-8%. За счет этого осуществляется более быстрый разгон ДПВ и уменьшается время выхода двигателя на естественную характеристику работы, а соответственно и время применения импульсного регулирования на 0,1с.

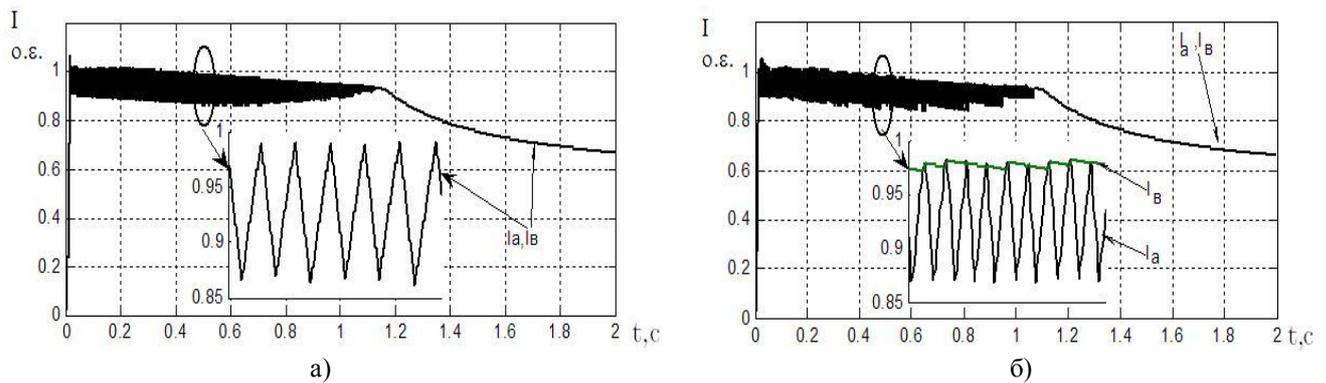


Рис. 2. Зависимости токов якоря и возбуждения при различных схемах регулирования скорости ДПВ
 а) классическая;
 б) усовершенствованная

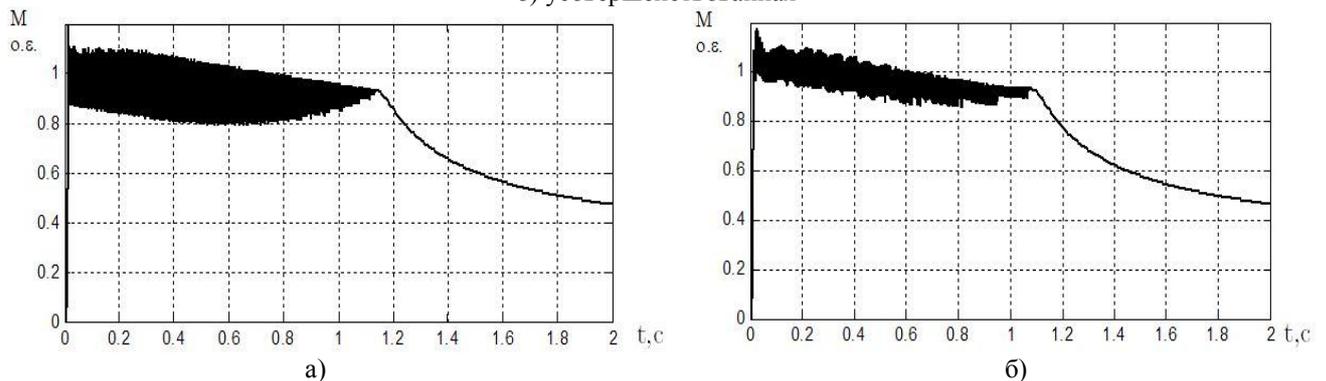


Рис. 3. Зависимости электромагнитных моментов при различных схемах регулирования скорости ДПВ
 а) классическая;
 б) усовершенствованная

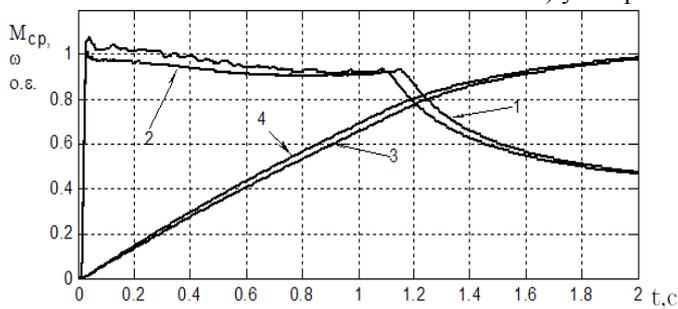


Рис. 4. Зависимости средних значений электромагнитных моментов и угловых скоростей при различных схемах регулирования скорости ДПВ:
 электромагнитный момент:

- 1 – классическая, 2 – усовершенствованная схемы
 угловая скорость:
 3 – классическая, 4 – усовершенствованная схемы

Выводы. Проведенное моделирование позволило выполнить сравнительный анализ предложенной и существующей схем импульсного регулирования, исходя из которого установлено, что усовершенствованная схема является более эффективной, так как ее применение позволяет снизить пульсации электромагнитного момента и увеличить его среднее значение и осуществить бесконтактное торможение без использования дополнительных источников тока[3].

Литература.

1. Метельський В.П. Електричні машини та мікромашини.–Запоріжжя: ЗНТУ, 2005. – 616 с.
2. Глазко Т.А. Полупроводниковые преобразователи в электроприводах

постоянного тока. – Л.: Энергия, 1973. – 304 с., ил.

3. Андриенко П.Д., Каплиенко А.О., Шило С.И. Исследование динамики серийного электродвигателя с различными импульсными схемами регулирования // Электротехніка та електроенергетика. – 2007. – № 1. – С. 1 - 5.

4. Герман-Галкин С.Г. Силовая электроника: Лабораторные работы на ПК. – СПб.: Учитель и ученик, Корона-принт, 2002. – 304 с., ил.

5. Герман-Галкин С.Г., Г.А. Кардонов Электрические машины: Лабораторные работы на ПК. – СПб.: Учитель и ученик, Корона-принт, 2003. – 256 с., ил.

6. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем. – СПб.: Учитель и ученик, Корона-принт, 2001. – 319 с., ил.

7. Перльмутер В.М., Сидоренко В.А. Системы управления тиристорными электроприводами постоянного тока. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 304 с., ил.

The impulsive regulating of direct current motor of series excitation improved scheme was developing. The impulsive regulating models for offered and existent schemes were developed, the electromechanics processes of electro drive were probed and comparative analysis was present.